

Balcárková, Adéla

**Metodika zpracování keramického souboru na příkladě nálezů
povelkomoravské a mladohradištní keramiky z lokality Kostice – Zadní hrúd**

Studia archaeologica Brunensia. 2014, vol. 19, iss. 2, pp. [131]-161

ISSN 1805-918X (print); ISSN 2336-4505 (online)

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/129990>

Access Date: 03. 12. 2024

Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

ADÉLA BALCÁRKOVÁ

METODIKA ZPRACOVÁNÍ KERAMICKÉHO SOUBORU NA PŘÍKLADĚ NÁLEZŮ POVELKOMORAVSKÉ A MLADOHRADIŠTNÍ KERAMIKY Z LOKALITY KOSTICE – ZADNÍ HRÚD

Příspěvek se zabývá především metodologií zpracování souboru archeologických pramenů se zaměřením na raně středověkou keramiku. Cílem je shrnout systematiku postupu při zpracování keramiky a způsoby vyhodnocení početného souboru získaných dat. Příspěvek současně seznamuje čtenáře s velice zajímavou lokalitou Kostice – Zadní hrúd v prostoru dolního Podyjí a s jejím keramickým souborem povelkomoravské a mladohradištní keramiky, který doplnil naše dosavadní představy o vývoji jihomoravské keramiky v dané oblasti v tomto období. Výzkumy na této lokalitě značně přispěly k poznání vývoje osídlení v dolním Podyjí. Kostice – Zadní hrúd se díky jedinečnosti svých nálezů zařadily mezi nejzajímavější a nejlépe prozkoumané lokality povelkomoravského a mladohradištního období.

raný středověk – 10.–12. století – keramika – archeologická metoda – analýza – syntéza – validace – statistika

Methods of analysis and evaluation of a pottery assemblage, using the example of post-Great Moravian and Late Hillfort pottery from the Kostice – Zadní hrúd site. The paper deals mainly with methods of analysis and evaluation of an assemblage of archaeological finds, and is targeted at early medieval pottery. The aim is to summarise the system of analyses and evaluation with respect to pottery and the processing of the voluminous set of data obtained. The paper also familiarises readers with the very interesting locality of Kostice – Zadní hrúd in the Lower Dyje region and with its assemblage of 10th–12th century ceramic finds, which has enhanced our previous knowledge of the development of South Moravian pottery in the given area at that time. The excavations carried out at this site have provided a great deal of new knowledge on settlement development in the Lower Dyje region. Due to the uniqueness of its finds, Kostice–Zadní hrúd is classed among the most interesting and most extensively-examined localities of the post-Great Moravian and Late Hillfort Periods (10th – 12th century).

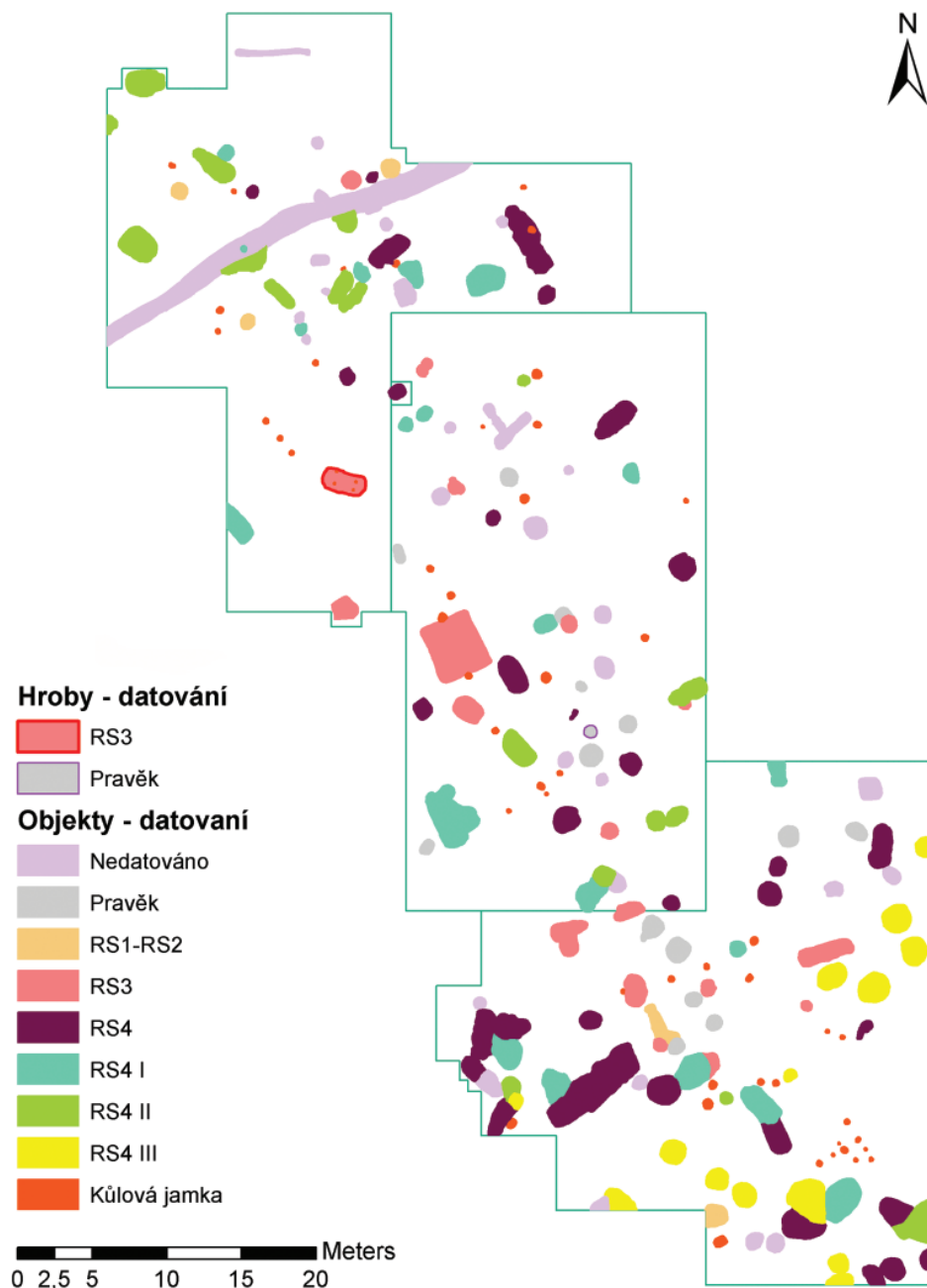
Early Middle Ages – 10th–12th century – pottery – archaeological method – analysis – synthesis – validation – statistics

1. Seznámení s lokalitou

Kostice – Zadní hrúd patří mezi lokality, které byly nově objeveny pomocí současných metod nedestruktivního archeologického průzkumu. Nachází se v těsné blízkosti Pohanska u Břeclavi, zaniklého velkomoravského hradiště centrálního významu, v poloze Zadní hrúd. Od samotného hradiště Pohansko je tato lokalita vzdálena necelé 2 km severovýchodním směrem, leží tak již na katastru obce Kostice. K jejímu objevení přispěla letecká prospekce, geofyzikální průzkum a zejména pak povrchové sběry. Několikaleté zkoumání zázemí velkomoravského hradiště prostřednictvím povrchových sběrů přineslo poznatky o intenzivním osídlení tohoto prostoru. Mezi nálezy ze sběrů jednoznačně převažovala keramika mladohradištního období, kterou doprovázely ne tak početné, ale cenné nekeramické nálezy, hovořící taktéž ve prospěch mladohradištního osídlení tohoto prostoru. Mezi nejčastější nálezy patřily mince, záušnice a olovené svitky, sloužící pravděpodobně jako závažíčka. Na základě předběžných povrchových průzkumů bylo zřejmé, že na lokalitě Kostice – Zadní hrúd převažuje osídlení z mladší až pozdní fáze raně středověkého období. Tato zjištění se stala základním impulsem pro započetí plánování zjišťovacího výzkumu lokality. Výzkumným záměrem bylo zjistit, jak pokračoval vývoj raně středověkého osídlení v této oblasti po zániku velkomoravského centra na Pohansku a obohatit tak současný stav poznání tohoto období vůbec.

K realizaci terénního zjišťovacího výzkumu lokality u Kostic poprvé došlo v roce 2009, podle výsledků povrchových průzkumů a koncentrace nálezů mladohradištního charakteru byla nejprve odkryta plocha o velikosti 769 m² v poloze Zadní hrúd (obr. 1). V následujících dvou sezónách (2010 a 2011) proběhly na lokalitě Kostice – Zadní hrúd další výzkumy, které navázaly na předchozí a odkryly pozůstatky osídlení polykulturního charakteru, převážně šlo o relikty sídlištních objektů. Celkem byla v letech 2009–2011 prozkoumána plocha o velikosti 2405 m². Na lokalitě se dochovaly pozůstatky pravěkého osídlení (15 objektů), které reprezentovala zejména eneolitická kultura zvoncovitých pohárů, větší část odkrytých relikvů však náležela období raného středověku. Prostřednictvím několika málo sídlištních objektů, obsahujících keramiku pražského typu či její následné deriváty, bylo na lokalitě slabě zastoupeno časně slovanské a starohradištní osídlení (4 objekty). Výzkumy dále prokázaly pozůstatky velkomoravského osídlení (18 objektů), které reprezentovala zejména velkomoravská keramika. Převážná většina sídlištních kontextů a struktur náležela osídlení povelkomoravského a mladohradištního období. Z celkového množství 158 odkrytých sídlištních objektů bylo 88 relikvů časově zařazeno do mladší až pozdní fáze raného středověku. Mezi sídlištními objekty byly objeveny i dva hrobové celky, přičemž v jednom případě šlo o žárový hrob kultury zvoncovitých pohárů a druhý hrob náležel podle charakteru hrobové výbavy do velkomoravského období (*Biermann – Macháček 2012, 183–185*).

Datace sídlištních kontextů se opírala především o keramiku, která se řadí mezi dostatečně chronologicky citlivé archeologické prameny. Na lokalitě Kostice –



Obr. 1. Chronologie osídlení na lokalitě Kostice – Zadní hrůd.

Zadní hrúd tvořila keramika nejpočetnější kategorii nálezů. Největší část (přibližně 65–68 %) z celého keramického souboru z Kostic – Zadního hrúdu představuje keramika povelkomoravského a mladohradištního charakteru. Jde o hodnotný a početný soubor čítající 9551 fragmentů o celkové hmotnosti 142,1 kg. Na základě převažujícího množství keramických fragmentů je zcela zjevné, že těžiště vývoje lokality Kostice v poloze Zadní hrúd spadá právě do tohoto období, které začíná po pádu Velké Moravy, někdy v 2. třetině 10. století, a vrcholí v pokročilé fázi mladohradištního vývoje na přelomu 12. a 13. století, tedy již v přechodném horizontu, který bývá někdy označován jako pozdněhradištní období. Pozůstatky raně středověkého osídlení v poloze Zadní hrúd nasvědčují tomu, že jde pouze o část většího celku, pravděpodobně rozsáhlé sídelní aglomerace v prostoru zázemí hradiště, nacházející se na dalších polohách v bezprostředním okolí. Na lokalitě Kostice – Zadní hrúd proto budou probíhat zjišťovací výzkumy i v nadcházejících letech, další série výzkumů byla zahájena v září 2013.

2. Popis užití archeologické metody

Soubor povelkomoravské a mladohradištní keramiky z lokality Kostice – Zadní hrúd byl zpracován s použitím moderní a v současnosti často aplikované archeologické metody, která je založena na dvou podstatných krocích – analýze a syntéze. Tato metoda byla definována ve známých pracích E. Neustupného (1986; 1997; 2007) a J. Macháčka (2001; 2007). Pomocí této metody nejprve soubor archeologických pramenů analyzujeme a posléze vyhledáváme struktury na základě prvků vyčleněných analýzou a jejich vzájemných souvislostí.

2.1. Analytická fáze

Při analyzování archeologického kontextu neboli souboru archeologických pramenů je především důležité transformovat samotné archeologické prameny ve formalizovaná archeologická data. V první fázi tak v podstatě dochází k rozkladu (analyzování) archeologického kontextu na části dvojího druhu: entity a kvality (Neustupný 1986, 532–537). Podle E. Neustupného rozumíme entitami strukturujícími prostorové prvky (objekty), kterými mohou být např. region, hrob, pohřebiště, sídlištní jáma, ale i koncentrace kamenné industrie, nádoba, střep apod. Kvality pak představují vlastnosti entit. Může jimi být určitá výzdoba na nádobě, počet okrajů určitého druhu v jednom objektu, rozměry nádoby, dokonce rozloha hradiště nebo přítomnost či absence milodarů ve výbavě hrobu apod. (Neustupný 1986, 532–537; Macháček 2007, 16).

Podstatou analytické fáze archeologické metody je samotná deskripce archeologických pramenů, při které vytváříme systém entit a kvalit, obecně nazývaný deskriptivním systémem. Výsledkem analýzy by tedy měl být podrobný, ale pokud možno smysluplný deskriptivní systém, zaznamenávající formalizovaným












způsobem informace o určitém souboru archeologických pramenů. Deskriptivní systém má většinou tabulkovou podobu, kde řádky tvoří jednotlivé entity a sloupce představují kvality systému. Proto jako moderní nástroj archeologické deskripce v dnešní době často používáme relační databáze, jejichž základem jsou databázové tabulky, navzájem propojené relačními spojeními. Pomocí databází snadno a prakticky vytváříme datový model, který navrhujeme na základě archeologické analýzy (*Macháček 2007, 16*).

V mém případě deskriptivní systém zahrnuje informace o morfologických a technologických vlastnostech keramiky, včetně jejich základní kvantifikace. Entitou deskriptivního systému povelkomoravské a mladohradištní keramiky z Kostic – Zadního hrůdu jsou jednotlivé náleзовé celky, čili keramika pocházející z jednotlivých sídlištních objektů, kůlových jamek a jiných archeologických struktur. Kvality pak zastupují konkrétní vlastnosti keramiky, např. charakter použitého keramického materiálu, typy motivů výzdoby a jejího umístění na nádobě, a to zvláště u výzdoby ryté i plastické, dále tvary ukončení okraje, tvary hrdla a forma přechodu hrdla nádoby v plece či výduť. Zjednodušený deskriptivní systém s výčtem sledovaných kvalit keramiky, podrobným popisem i příklady uvádí tab. 1. K vytvoření deskriptivního systému a popisu samotné keramiky jsem využila již známých postupů, aplikovaných v práci J. Macháčka (*2001; 2007*) a R. Procházky (*2009; Procházka – Peška 2007*). Ve výsledku mé práce došlo k rozšíření původního systému pro popis velkomoravské keramiky z Pohanska u Břeclavi o znaky nové, charakteristické pro keramiku povelkomoravského a mladohradištního období z Kostic – Zadního hrůdu.











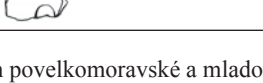
Zaznamenáním všech informací o určitém souboru archeologických pramenů, např. keramiky, do formalizovaného deskriptivního systému vzniká komplexní databáze. V dalším kroku archeologické metody tuto databázi vyhodnocujeme; pomocí databázových dotazů a filtrací vytváříme kvantitativní přehled hlavních keramických znaků v rámci náleзовých celků z jednotlivých sídlištních objektů. Získáváme tak souhrnné informace, které v mém případě postihly celkový charakter souboru povelkomoravské a mladohradištní keramiky z Kostic – Zadního hrůdu. Míra zastoupení sledovaných keramických znaků v náleзовých celcích byla většinou vyjádřena v procentech, méně často pouhým konstatováním přítomnosti či absence určitého znaku. Výsledkem procesu analyzování je tedy přehledná sumarizační tabulka, která je základem další (syntetické) fáze vyhodnocení souboru.

2.2. Syntetická fáze

Rozložené, formalizované a zaznamenané archeologické prameny ve formě deskriptivního systému slouží jako podklad pro syntézu archeologických struktur. K vyhledání struktur v archeologických pramenech se v současnosti hodně používají metody vícerozměrných statistických analýz. Pro statistické vyhodnocení keramického souboru si můžeme vybrat z celé řady metod multivariačních

	Keramické znaky_kód	Slovní popis	Příklad
1	I(hdp+o+r)	hrubý dobře pálený keramický materiál	
2	I(hšp)	hrubý špatně pálený keramický materiál	
3	II(jdp+o+r)	jemný dobře pálený keramický materiál	
4	II(jšp)	jemný špatně pálený keramický materiál	
5	III(TJ-silně)	tuhový materiál silně promíšený jemnou tuhou	
6	III(TJ-slabě)	tuhový materiál slabě promíšený jemnou tuhou	
7	IV(TH-silně)	tuhový materiál silně promíšený hrubou tuhou	
8	IV(TH-slabě)	tuhový materiál slabě promíšený hrubou tuhou	
9	VYZD_hřeben	kategorie hřebenové výzdoby	
10	VYZD_rýhy	výzdoba formou rýh	
11	VYZD_vlnovky	výzdoba formou vlnovek	
12	VYZD_F1	výzdoba v podobě jedné vlnovky nad rýhami	
13	VYZD_vlnovky a rýhy	kombinace motivů vlnovek a rýh	
14	VYZD_hřeben a jednozub	kombinace hřebenové výzdoby s výzdobou jednozubým nástrojem	
15	VYZD_hřeb vpich a kombinace	různé kombinace výzdoby s hřebenovým vpichem	
16	VYZD_ostatní jednozub nástř	ostatní motivy provedené jednozubým nástrojem	
17	VYZD_záseky a jednozub	motiv záseků kombinující se s výzdobou provedenou jednozubým nástrojem	
18	VYZD_ploché žlábků a kombinace	motiv širokých plochých žlábků, někdy v kombinaci s jinou výzdobou	
19	VYZD_M	výzdoba ozubeným kolečkem	

	Keramické znaky_kód	Slovní popis	Příklad
20	Lišta neplochá	plastická výzdoba v podobě lišty různých tvarů	
21	Lišta oblá polokul	plastická výzdoba v podobě lišty oblé polokulovité	
22	Lišta plochá obdélník	plastická výzdoba v podobě lišty ploché obdélníkovité	
23	Vývalky na výduti	plastická výzdoba a podobě vývalků na výduti	
24	Vývalky pod hrdlem	plastická výzdoba a podobě vývalků pod hrdlem	
25	O_VYZD ANO/NE	okraje s výzdobou	
26	O_TVAR_A1-A3	varianty okrajů zaoblených	
27	O_TVAR_A1_římsovité	okraj římsovitý se zaobleným zakončením	
28	O_TVAR_B1	okraj seřezaný kuželovitě či válcovitě prostě	
29	O_TVAR_B2-B5	okraje seřezané kuželovitě či válcovitě s vytaženými hranami	
30	O_TVAR_seřez_podžlab	okraje různé seřezané a podžlabené	
31	O_TVAR_C1	okraj seřezaný nálevkovitě prostě	
32	O_TVAR_C2-C4	okraje seřezané nálevkovitě s vytaženými hranami	
33	O_TVAR_C6	okraj seřezaný nálevkovitě se spodní hranou zbytnělou	
34	O_TVAR_D1	okraj seřezaný vodorovně prostě	
35	O_TVAR_D1_římsovité	okraj římsovitý zakončený vodorovným seřezáním	
36	O_TVAR_D2-D4	okraj seřezaný vodorovně s vytaženými hranami	
37	O_TVAR_E1-E2	okraj prožlabený	
38	O_TVAR_F1	okraj zašpičatělý	
39	O_TVAR_G2	okraj zesílený a prostě seřezaný	
40	O_TVAR_G3-G5	okraj zesílený a různě ukončený	

	Keramické znaky_kód	Slovní popis	Příklad
41	O_TVAR_I_vytažený s lištou	okraj vytažený s lištou a seřezaný dovnitř	
42	O_TVAR_I_římsovitě	okraj římsovitě zakončený seřezáním směrem dovnitř	
43	O_TVAR_J_zásobnice	kyjovitý okraj zásobnic	
44	O_TVAR_K1-K2	varianty okrajů hraněných	
45	O_TVAR_L1-L4	okraje s římsovitě upravenou vnější stranou a různě ukončenou horní hranou	
46	Kalichovitě prohnuté	hrdla kalichovitě prohnutá	
47	Přehnuté	hrdla přehnutá	
48	Válcovitě	hrdla válcovitá	
49	Vyhnuté a vytažené	hrdla vyhnutá a vytažená	
50	Vytažené	vytažená hrdla	
51	Vytažené s lištou	hrdla vytažená s lištou	
52	Odsazení uvnitř	hrdla odsazená uvnitř	
53	Odsazení vně	hrdla odsazená vně	
54	Rýhy široké	široké rýhy (0,3–0,4 cm)	
55	Rýhy široké až žlábky	rýhy široké až žlábky (> 0,5 cm)	
56	Rýhy úzké	úzké rýhy (< 0,3 cm)	
57	Rýhy úzké a široké	úzké a široké rýhy na jedné nádobě	
58	Dno_značka_plastická	plastická značka na dnech nádob	
59	Dno_značka_technická	technická značka na dnech nádob	

Tab. 1. Kostice – Zadní hrád. Zjednodušený deskriptivní systém povelkomoravské a mladohradištní keramiky.

statistických analýz, patří sem např. korespondenční analýza, faktorová analýza, multidimenzionální škálování, diskriminační analýza, mimo jiné také analýza hlavních komponent (PCA – *Principal Component Analysis*), která bývá v poslední době často aplikována a je z těchto všech metod nejoptimálnějším řešením pro zpracování archeologických dat. Ve formě deskriptivního systému analýza

PCA zcela využívá informaci v něm obsaženou a pomocí výpočetního algoritmu této analýzy získáváme poměrně jednoznačné a logicky pochopitelné výsledky. Multivariační statistické analýzy obecně pomáhají redukovat rozsáhlý počet hodnocených kvalit/proměnných určitého souboru a usnadňují interpretaci velkého souboru dat (*Macháček 2007, 17; Neustupný 2007, 140*). Použitím statistických metod při zpracování souboru archeologických dat se snažíme o dosažení co nejobjektivnějšího výsledku.

Soubor povelkomoravské a mladohradištní keramiky z Kostic – Zadního hrůdu jsem vyhodnotila pomocí dvou statistických metod. V první řadě jsem použila metodu založenou na vektorové syntéze archeologických struktur, a to konkrétně analýzu hlavních komponent (PCA). Tato metoda v archeologických datech primárně vyhledává pravidelnosti, nenáhodnosti a struktury, které by měly odrážet zákonitosti chování lidí v minulosti. Podle teorie E. Neustupného by lidé v minulosti nevytvářeli žádné struktury, kdyby se při vytváření své kultury nechovali zákonitě; entity a kvality jejich hmotné kultury by byly rozděleny zcela náhodně a jen těžko bychom dnes v archeologických pramenech hledali souvislosti a rozuměli jejich podstatě (*Neustupný 1986, 537–538; 1997, 237–258; 2007, 137–145*).

Pro potvrzení výsledků analýzy PCA jsem v konečné fázi statistické analýzy získaná data podrobila clusterové (shlukové) analýze. Tato analýza je založena na vyhledávání skupin bodů, které si jsou maximálně podobné a leží co nejbližší sebe, současně by však tyto body měly být co nejvíce vzdálené bodům z jiných skupin (*Macháček 2001, 31; 2007, 18–19*). Prostřednictvím této analýzy nacházíme v početném souboru dat clustery (shluky), které soustřeďují podobné či navzájem související vlastnosti keramiky a vytvářejí tak na první pohled neviditelnou strukturu obsaženou v datech.

V případě keramického souboru z Kostic – Zadní hrůdu bylo nutné zjednodušit původní deskriptivní systém pro potřeby statistické analýzy. Do analýzy PCA vstupovala již zmíněná sumarizační tabulka, kde řádky (případy) představovaly jednotlivé sídlištní objekty jako náleзовé celky keramiky a sloupce (proměnné) definovaly míru zastoupení určených keramických znaků v rámci náleзовých celků z jednotlivých objektů. Ve snaze zajistit stabilitu výsledků statistické analýzy byly z celého souboru keramiky vybrány pouze náleзовé celky s dostatečným, statisticky hodnotným množstvím keramických fragmentů. Ze stejného důvodu došlo k omezení počtu proměnných – jako proměnné byly vybrány pouze typologicky důležité znaky keramiky, vystihující charakter souboru. Výslednou deskriptivní matici tedy tvořilo 59 proměnných a 33 případů, pro výběr případů jsem stanovila spodní hranici na 90 kusů keramických fragmentů v jednom náleзовém celku. Výčet jednotlivých proměnných zobrazuje tabulka deskriptivního systému (tab. 1). Statisticky nestabilní náleзовé celky s menším počtem keramických fragmentů podléhaly samostatnému a specifickému vyhodnocení. Charakter takových keramických celků byl určen empiricky na základě procentuálního zastoupení vybraných keramických znaků po pečlivém prostudování jejich jednotlivých obsahů.

Analýza PCA při vyhledávání pravidelností, nenáhodností a struktur primárně pracuje s deskriptivním systémem, ze kterého se v rámci této analýzy stává tzv. deskriptivní matice. V řádcích deskriptivní matice se nacházejí jednotlivé případy neboli entity původního deskriptivního systému, sloupce pak představují proměnné neboli deskripty (původní kvality systému). Výpočty z matice nejprve získáváme korelační koeficienty, které vyjadřují závislost mezi jednotlivými proměnnými (deskripty). Korelační koeficienty je nutno uspořádat do korelační matice, ze které vypočítáváme na sobě nezávislé tzv. vlastní vektory a z nich následně i faktory. Výsledkem výpočtů je matice faktorových koeficientů neboli faktorových zátěží (tab. 3). Faktory vyjadřují jisté hromadné závislosti a určují, které proměnné (deskripty) v matici spolu nenáhodně korelují. Pomocí faktorových zátěží zjišťujeme, jak je která proměnná typická pro každý z faktorů, definují tak vlastnosti faktorů. Čím vyšší je hodnota faktorové zátěže, tím více je proměnná charakteristická pro daný faktor. Nižší hodnoty blízké nule nejsou pro faktor významné. Faktorové koeficienty (zátěže) nabývají kladných i záporných hodnot (od -1 do 1). Statistickou významnost faktorových koeficientů (zátěží) si určuje badatel sám na základě stanovených kritérií. Spodní hranici významnosti obvykle stanovují faktorové koeficienty s absolutní hodnotou 0,1 a menší hodnotou, koeficienty s vysokými absolutními hodnotami 0,9 a 0,8 bývají pro faktor vždycky významné. Proměnné (deskripty) s vysokými kladnými hodnotami faktorových koeficientů stojí v protikladu k proměnným s vysokými zápornými hodnotami a je pro ně typický jejich opak. Některé faktory tudíž můžou být tzv. bipolární, kdy se významné faktorové koeficienty nacházejí na kladné i záporné straně faktoru, jeden faktor tak může definovat dvojí vlastnosti opačného charakteru. Většinou však vlastnosti faktoru určují významné faktorové koeficienty s vysokými hodnotami buď jen na kladné, nebo jen na záporné straně faktoru, faktory pak bývají tzv. monopolární.

Jako poslední v řadě výpočtů, které je nutné v rámci analýzy PCA udělat, stojí matice faktorových skóre. Hodnoty faktorových skóre určují, jak moc je každý z faktorů typický pro případy deskriptivního systému. Jinými slovy, čím vyšší bude absolutní hodnota faktorového skóre, kladná či záporná, tím více bude určitý případ (objekt, v mém případě sídlištní objekt, jakožto náleзовý celek keramiky) typický pro kladnou či zápornou stranu faktoru. Těmito výpočty de facto zjišťujeme nenáhodné struktury obsažené v datech (*Neustupný 1997, 242–243; 2007, 141–143; Macháček 2001, 29; 2007, 17–18*).

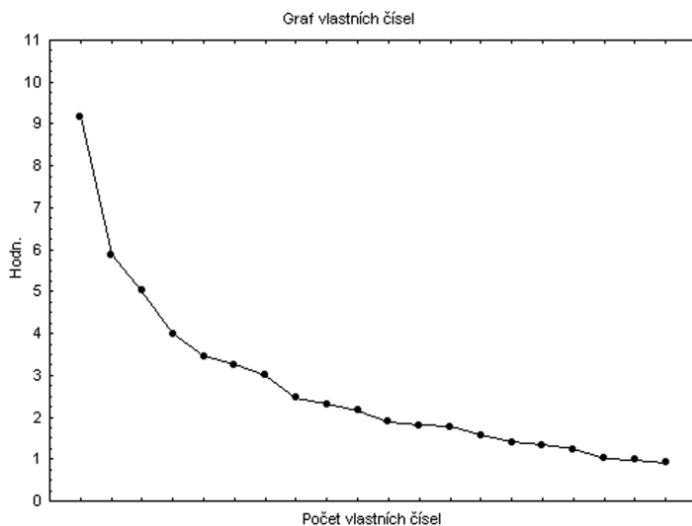
Z celého procesu analýzy PCA je pro potřeby archeologa nejdůležitější výpočet matice faktorových koeficientů neboli faktorových zátěží určující vlastnosti faktorů. Při vyhodnocování a interpretaci výsledků analýzy PCA badatel vychází z vlastností faktorů. Výstupem statistických metod, použitých ke zpracovávání keramického souboru, bývají většinou faktory, prostřednictvím kterých objektivně zjišťujeme, které keramické znaky spolu souvisejí a objevují se v sídlištních kontextech převážně pospolu. To zcela usnadňuje výslednou interpretaci souboru. Analýza PCA vypočítává maximálně tolik faktorů, kolik se vytvoří vektorů z korelační matice. Finální počet faktorů je však nutné snížit, abychom zabránili

náhodnému spojování proměnných a náhodnému vytváření struktur. Snažíme se při tom vyloučit pouze nevýznamné faktory, které by ve výsledném řešení mohly způsobovat nepřehlednost či šum, dochází tak současně k redukci proměnných (deskriptorů) z původní deskriptivní matice, přicházíme o méně statisticky významné proměnné a množství proměnných se zpřehledňuje. Stanovení počtu faktorů je velice důležitým krokem v procesu analýzy PCA, příliš malé množství zvolených faktorů může způsobit ztrátu důležitého faktoru a ovlivnit tak celkové výsledky, proto se při výběru množství faktorů musíme řídit určitými pravidly. O počtu faktorů zpravidla rozhodují vysoké hodnoty vlastních čísel (tab. 2). Každému vlastnímu vektoru (tedy faktoru) připadá jedno vlastní číslo a vyšší hodnoty těchto čísel (větší než 1) odpovídají významným faktorům. Dále se vybírají ty faktory, jejichž vlastní čísla vysvětlují více než 5 % celkového rozptylu korelační matice (tab. 2). Ve většině případů se však rozhodujeme na základě výrazného poklesu hodnot mezi dvěma po sobě jdoucími faktory, což zřetelně znázorňuje graf vlastních čísel (obr. 2; *Neustupný 1997, 241; 2007, 141–142; Macháček 2007, 18*). Při výběru výsledného počtu faktorů v rámci analýzy PCA bychom neměli opomenout ani jedno z těchto kritérií a nejlépe bychom měli vybírat na základě jejich kombinace. Praxe však dokazuje, že rozhodnutí může být podmíněno pouze jedním kritériem. Jako základ dalšího řešení pro soubor povelkomoravské a mladohradištní keramiky z Kostic – Zadního hrúdu byly vybrány pouze 3 faktory na základě poklesu hodnot mezi 3. a 4. faktorem (obr. 2; tab. 2).

Faktor	Vlastní číslo	% celkového rozptylu	Kumulativní vlastní číslo	Kumulativní vlastní číslo %
1	9,177079	15,55437	9,17708	15,55437
2	5,883978	9,97284	15,06106	25,52722
3	5,022256	8,51230	20,08331	34,03951
4	3,997646	6,77567	24,08096	40,81518
5	3,459364	5,86333	27,54032	46,67851
6	3,251855	5,51162	30,79218	52,19013
7	3,007896	5,09813	33,80007	57,28826
8	2,456455	4,16348	36,25653	61,45174
9	2,305082	3,90692	38,56161	65,35866
10	2,158764	3,65892	40,72038	69,01759

Tab. 2. Kostice – Zadní hrúd. Hodnoty vlastních čísel prvních deseti faktorů analýzy PCA keramického souboru.

V dalším kroku je nutné vybrané (v tomto případě tři) faktory transformovat tzv. rotací. Rotací faktorů dochází k transformaci faktorových koeficientů v jejich matici, každá proměnná by měla mít přirozeně vysoký koeficient pouze vzhledem k jednomu faktoru a k ostatním koeficienty blízké nule, a proto bychom měli dosáhnout co nejjednoznačnějšího výsledku. Na tomto principu je založena zejména metoda rotace Varimax, která patří mezi nejpoužívanější metody rotace, kterých je jinak celá řada. Rotované faktory opět usnadňují interpretaci (*Macháček*



Obr. 2. Kostice – Zadní hrůd. Graf zobrazující hodnoty vlastních čísel jednotlivých faktorů analýzy PCA keramického souboru.

2007, 18; Neustupný 2007, 142–143). V mém případě jsem také použila metodu rotace Varimax normalizovaný. Výsledné vlastnosti faktorů analyzovaného souboru keramiky z Kostic – Zadního hrůdu zastupují proměnné zvýrazněné v matici faktorových zátěží, kterou zobrazuje tab. 3.

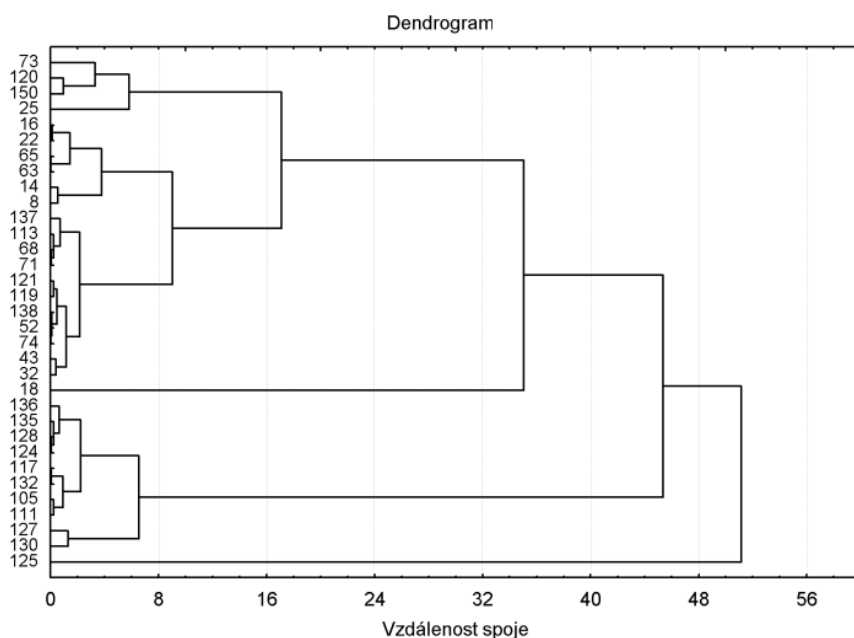
	Proměnná	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
1	I(hdp+o+r)	-0,044292	-0,360098	-0,029697
2	I(hšp)	-0,253392	-0,012745	0,826262
3	II(jdp+o+r)	0,336054	-0,043286	0,199757
4	II(jšp)	0,109456	0,565488	0,520732
5	III(TJ-silně)	0,081806	0,053932	-0,536146
6	III(TJ-slabě)	0,093477	-0,280927	-0,775111
7	IV(TH-silně)	0,235301	0,050810	-0,021149
8	IV(TH-slabě)	0,046800	0,159528	-0,598632
9	VYZD_hřeben	0,069715	-0,299625	0,715811
10	VYZD_rýhy	0,505921	0,246324	-0,319353
11	VYZD_vlnovky	-0,279406	-0,025144	0,213249
12	VYZD_F1	-0,375691	0,623201	0,298300
13	VYZD_vlnovky a rýhy	-0,830541	0,109417	0,050165
14	VYZD_hřeben a jednozub	0,106031	-0,380501	0,393525
15	VYZD_hřeb vpich a kombinace	-0,284166	-0,205581	0,156497
16	VYZD_ostatní jednozub nástr	0,192764	-0,114341	0,197967
17	VYZD_záseky a jednozub	0,060792	0,423655	0,174193
18	VYZD_ploché žlábký a kombinace	0,049620	-0,112024	-0,878474

	Proměnná	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
19	VYZD_M	0,085347	-0,119332	-0,447272
20	Lišta neplochá	-0,083087	0,094524	0,375317
21	Lišta oblá polokul	-0,141451	-0,031744	0,144172
22	Lišta plochá obdélník	-0,008418	0,341746	-0,039622
23	vývalky na výduti	-0,837973	-0,144464	-0,150577
24	vývalky pod hrdlem	-0,855709	0,068605	0,154703
25	O_VYZD_ANO/NE	0,261215	0,054639	-0,432046
26	O_TVAR_A1-A3	0,260558	0,101459	0,306283
27	O_TVAR_A1_římsovité	0,122643	-0,148843	-0,578871
28	O_TVAR_B1	0,038296	-0,649799	0,163437
29	O_TVAR_B2-B5	-0,666495	0,203773	0,475449
30	O_TVAR_seřez_podžlab	0,128587	0,016010	-0,416540
31	O_TVAR_C1	-0,213387	-0,092506	-0,260642
32	O_TVAR_C2-C4	-0,025374	-0,140004	0,034660
33	O_TVAR_C6	-0,023523	0,717604	0,067150
34	O_TVAR_D1	0,155732	0,157712	0,045628
35	O_TVAR_D1_římsovité	0,039698	-0,070257	-0,731437
36	O_TVAR_D2-D4	-0,038396	0,640980	0,079158
37	O_TVAR_E1-E2	-0,441073	-0,111380	0,090693
38	O_TVAR_F1	-0,131492	0,572804	0,285318
39	O_TVAR_G2	0,170198	-0,052209	-0,022238
40	O_TVAR_G3-G5	0,223170	0,088900	0,013604
41	O_TVAR_I_vytažený s lištou	0,189650	0,023105	-0,215227
42	O_TVAR_I_římsovité	0,019704	-0,052072	-0,413611
43	O_TVAR_J_zásobnice	0,072699	0,243278	-0,112731
44	O_TVAR_K1-K2	0,078357	0,587525	0,278776
45	O_TVAR_L1-L4	0,138541	0,045647	-0,141664
46	kalichovitě prohnuté	-0,779104	0,062520	0,112316
47	přehnuté	0,240994	-0,097753	0,458357
48	válcovité	-0,084286	0,784814	0,054864
49	vyhnuté a vytažené	-0,223248	0,505895	0,108111
50	vytažené	0,120642	0,729505	0,268682
51	vytažené s lištou	0,211900	0,191656	-0,204029
52	Odsazení uvnitř	-0,821608	0,015410	0,132494
53	Odsazení vně	0,232285	0,756044	-0,059234
54	Rýhy široké	0,072497	0,165436	-0,106273
55	Rýhy široké až žlábký	-0,033868	-0,185476	-0,607302
56	Rýhy úzké	0,108960	0,231918	0,527171
57	Rýhy úzké a široké	-0,713440	0,226119	0,069473
58	Dno_značka_plastická	0,136566	-0,016114	-0,464355
59	Dno_značka_techická	-0,094087	0,016247	0,273868

Tab. 3. Kostice – Zadní hrúd. Matice faktorových zátěží analýzy PCA keramického souboru. Vyznačené hodnoty určují vlastnosti jednotlivých faktorů.

Druhou statistickou metodu, která byla použita na vyhodnocení souboru povlkomoravské a mladohradištní keramiky z Kostic – Zadního hrúdu, představuje shluková analýza. Jelikož tato analýza pracuje také na principu entit a kvalit uspořádaných do deskriptivní matice, vstupní data tvořily hodnoty faktorových skóre zastupující kvality systému, které primárně vypočítává analýza PCA a které vyjadřují závislosti mezi vybranými faktory a případy (náleзовými celky keramiky z jednotlivých sídlištních objektů) původního deskriptivního systému, entitou této analýzy pak byly opět jednotlivé sídlištní objekty (náleзовé celky keramiky/případy). Pomocí shlukové analýzy jsem se v keramickém souboru snažila najít skupiny navzájem si podobných sídlištních objektů na základě charakteristik vyplývajících z analýzy PCA, tedy na základě vlastností faktorů, de facto na základě charakteru keramiky, kterou objekty obsahovaly. Vycházela jsem při tom z principu shlukové analýzy, založeném na vyhledávání skupin maximálně si podobných bodů (shluků), ležících co nejbliže sebe (*Macháček 2007, 18*). Shluková analýza v podstatě více rozvinula a potvrdila výsledky již zjevné z analýzy PCA. Shluková analýza nám tak pomáhá výsledky analýzy PCA objektivněji posoudit, ujasňuje struktury a potvrzuje tendence obsažené v datech, které nemusí být na první pohled viditelné.

Při shlukové analýze souboru povlkomoravské a mladohradištní keramiky jsem použila metodu podle Warda – tzv. hierarchickou aglomerativní metodu, která patří mezi nejčastěji užívané metody v rámci tohoto druhu analýzy archeo-



Obr. 3. Kostice – Zadní hrúd. Graf (dendrogram) shlukové analýzy zobrazující hierarchickou strukturu shluků keramického souboru.

logických dat. Metod shlukové analýzy existuje povícero, jsou však méně vhodné pro analýzu archeologických dat (*Shennan 1997, 220–222; Macháček 2007, 18*). Wardova metoda podmiňuje proces slučování, její pravidla zajišťují vznik co nejhomogennějších shluků přibližně stejné velikosti. Míru vzdálenosti shluků lze také ovlivnit, např. umocněnou euklidovskou vzdáleností. Výsledky shlukové analýzy pak zobrazuje dendrogram – aglomerativní hierarchický strom, znázorňující vznik hierarchické struktury shluků (obr. 3; *Macháček 2001, 31–32; 2007, 18–19*). Bohužel graf shlukové analýzy nabízí více možností interpretace, zobrazuje hned několik možností shlukování analyzovaných případů. Ke shlukování dochází v několika krocích (následných úrovních), jednotlivé případy (v mém případě sídlištní objekty jako náleзовé celky keramiky) stojí na začátku samostatně, postupně se v rámci jednotlivých kroků spojují s dalšími případy nebo již vytvořenými skupinami na základě vzájemné podobnosti. Proces shlukování vždy ukončuje jedna velká skupina, kterou tvoří všechny analyzované případy. Jen sám badatel určuje, ve kterém kroku je počet shluků nejsmysluplnější, rozhodnutí většinou spočívá na externích datech, evidenci či empirii, výsledný počet shluků určujeme již na základě validace dat (*Macháček 2007, 19*).

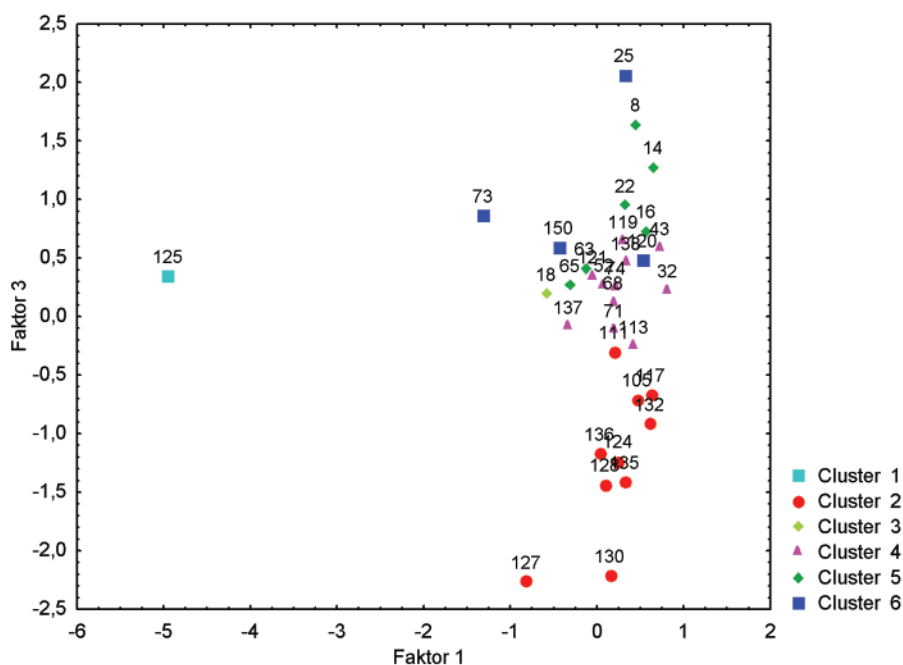
V souboru povelkomoravské a mladohradištní keramiky z Kostic – Zadního hrůdu se pomocí shlukové analýzy podařilo definovat šest shluků, které se vyčlenily hned v prvním kroku (vzdálenost spoje 8; obr. 3). Čtyři z těchto šesti shluků charakterizují objekty, které si jsou v rámci jednoho shluku svými vlastnostmi a složením keramického inventáře podobné. Pouze dva objekty se výrazně oddělily od ostatních skupin a každý z těchto objektů vytvořil samostatný shluk. V mém případě dendrogram shlukové analýzy rozdělil a sloučil náleзовé celky keramiky do vhodných keramických skupin. Jejich interpretace závisí na validaci získaných dat.

Náleзовé celky keramiky, které nepodléhaly vyhodnocení v rámci multivariačních statistických analýz, tedy statisticky nestabilní náleзовé celky povelkomoravské a mladohradištní keramiky z lokality Kostice – Zadní hrůd, byly po pečlivém prostudování jejich jednotlivých obsahů a předběžném určení charakteru porovnávány s výsledky statistické analýzy. Podle množství zastoupení určitých keramických znaků v jednom náleзовém celku, shodujících se s hodnotěnými keramickými znaky v rámci statistické analýzy PCA ve formě proměnných, které byly navíc typické pro jeden z faktorů, bylo možné tyto statisticky nestabilní náleзовé celky keramiky následně přiřadit k příslušným faktorům a tím pádem i k příslušné keramické skupině, vyčleněné na základě shlukové analýzy. Vzájemným porovnáním výsledků empirického základu a výsledků získaných objektivním způsobem pomocí statistických analýz se podařilo rozšířit možnosti interpretace celého souboru keramiky z Kostic – Zadního hrůdu.

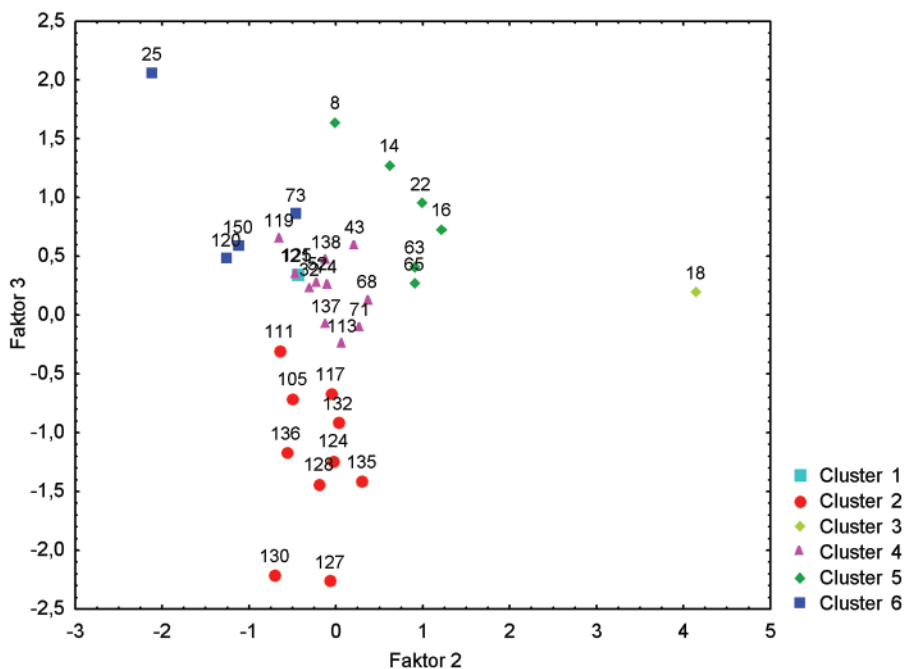
3. Validace formálních struktur

Výsledkem archeologické syntézy za použití vícerozměrných statistických analýz jsou pouhé matematicko-statistické výpočty, které v sobě ukrývají ab-

straktní struktury, odrážející zákonitosti obsažené v archeologických pramenech. Abstraktní struktury, nazývané též jako formální struktury, vznikají totiž na základě formalizovaného deskriptivního systému. Naším cílem je tyto struktury v datech a výpočtech rozeznat a patřičně je interpretovat. Samotné interpretaci ovšem nejprve předchází validace formálních struktur, tedy ověření věrohodnosti a spolehlivosti našich výsledků statistické analýzy. Archeologická data validujeme většinou na základě tzv. externí evidence, tedy pomocí dat, která nevstupovala do statistické analýzy, nebyla součástí deskriptivní matice, tudíž byla zcela nezávislá, ale souvisela s analyzovaným souborem archeologických pramenů (*Neustupný 1997, 243; 2007, 144; Macháček 2007, 19–20*). Při zpracovávání keramického souboru mohou mezi externí data patřit např. ostatní nálezy z inventáře objektu nebo funkční interpretace sídlištního objektu atd. Validací zjišťujeme, jak moc jsou zjištěné struktury významné (*Neustupný 1997, 243; Macháček 2007, 19–20*). Existují však i jiné postupy validace, ověření věrohodnosti výsledků statistické analýzy můžeme dosáhnout opět za pomoci metod statistického testování. Mezi nejznámější a nejpoužívanější patří např. chí-kvadrát test nezávislosti nebo neparametrický Kolmogorov-Smirnovův test pro dva nezávislé výběry. Pro statistické testování však potřebujeme data určitého typu a rozsahu, která splňují podmínky tohoto druhu testování; archeologická data pro statistické testování většinou nejsou vhodná (*Macháček 2007, 19–20*).



Obr. 4. Kostice – Zadní hrád. Bodový graf s výsledky shlukové analýzy keramického souboru.



Obr. 5. Kostice – Zadní hrúd. Bodový graf s výsledky shlukové analýzy keramického souboru.

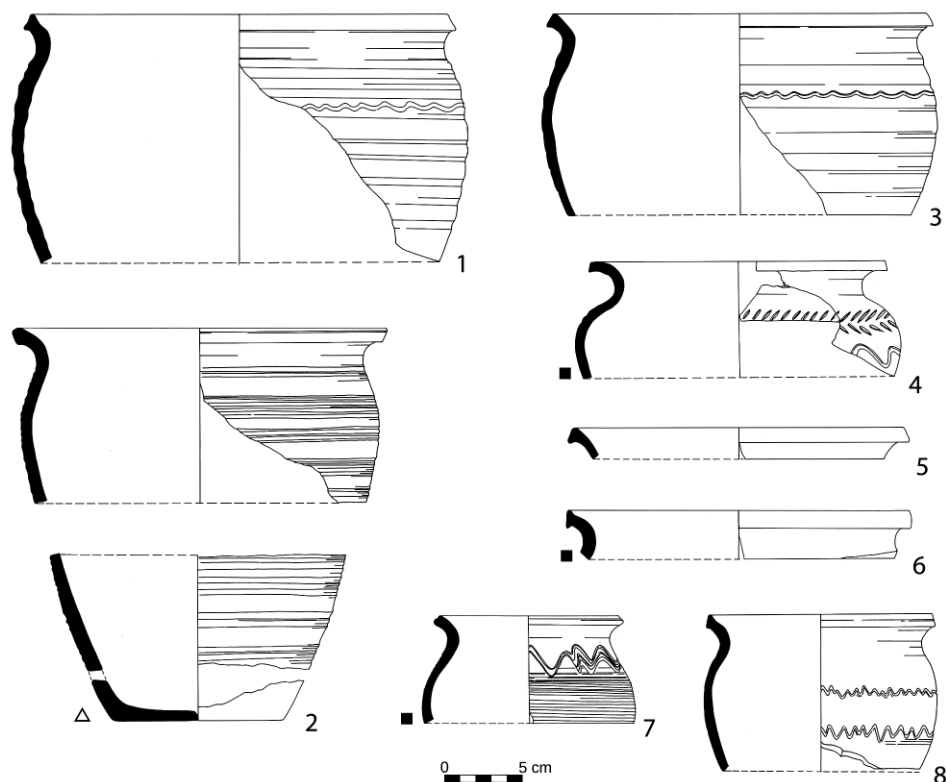
Pomocí výsledků analýzy PCA a shlukové analýzy se podařilo v souboru povelkomoravské a mladohradištní keramiky z Kostic – Zadního hrúdu odhalit strukturu, jejíž interpretace má chronologicko-typologický význam. Na základě analýzy PCA se prostřednictvím tří faktorů a jejich vlastností vydělily tři různé skupiny keramiky, pro každou z těchto skupin byly typické proměnné, strukturující typologicky důležité znaky keramiky, které zastupují jednotlivé chronologické fáze vývoje povelkomoravské a mladohradištní keramiky. Díky shlukové analýze se zase podařilo zjistit, které sídlištní objekty spolu na základě charakteru keramického inventáře souvisejí a vytvářejí shluky, tedy tvoří určitou strukturu. Výslednou strukturu tvořily celkem čtyři skupiny náleзовých celků keramiky z jednotlivých sídlištních objektů, které v barevném rozlišení zobrazují bodové grafy (obr. 4, 5).

Validace statistických výstupů v mém případě spočívala na externí evidenci. Výsledky statistických analýz byly ověřovány pomocí ostatních nálezů z inventáře sledovaných objektů, nejvěrohodnější a nejhodnotnější ověřovací pramen představovaly mince. Výsledná zjištění dále potvrzovala stratigrafie sídlištních objektů. Vedle externích dat i samotné keramické fragmenty, pocházející ze sídlištních objektů definovaných keramických skupin, odpovídaly dosavadním poznatkům o vývoji povelkomoravské a mladohradištní keramiky na jižní Moravě, potvrzovaly tak spolehlivost skupin vyčleněných statistickou analýzou. Navíc

výsledky jedné z multivariačních statistických metod se podařilo potvrdit druhou metodou.

3.1. Validace mincemi

Keramickou skupinu, kterou jsem pracovně označila jako RS4 I, validovala stříbrná mince, šlo o imitativní ražbu bavorského denáru datovanou před rok 976 (*Videman v tisku*). Tato zcela unikátní mince, která se na našem území a už vůbec na Moravě příliš neobjevuje, se našla těsně nade dnem objektu 73, v hloubce 30–40 cm. Objekt 73, společně s dalšími objekty (25, 120, 150), náleží do jedné skupiny (shluk 6), vyčleněné shlukovou analýzou. Tuto skupinu ještě doplnil objekt 125, tvořící samostatný shluk 1. Společně pak tyto nálezy celky reprezentovaly jednu skupinu RS4 I, kterou určovaly společné a podobné vlastnosti keramiky a kterou v bodových grafech označuje modrá barva (obr. 4, 5). Pro keramik

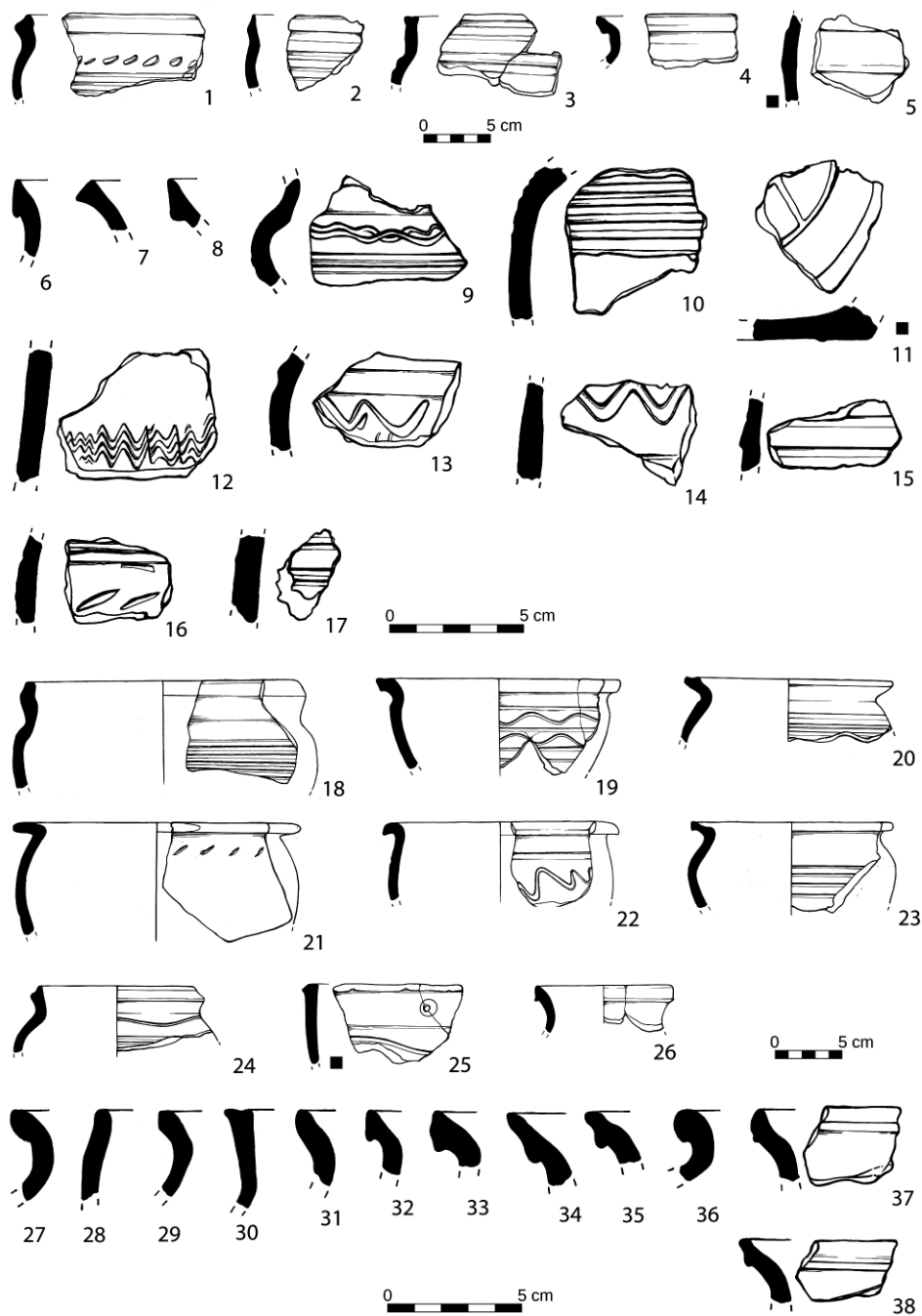


Obr. 6. Kostice – Zadní hrúd. Keramická skupina RS4 I, povelkomoravské období (10. století). Objekt 73 (černý čtverec – grafitová keramika, trojúhelník – keramika s příměsí slídy). Kresba Š. Trávníčková.

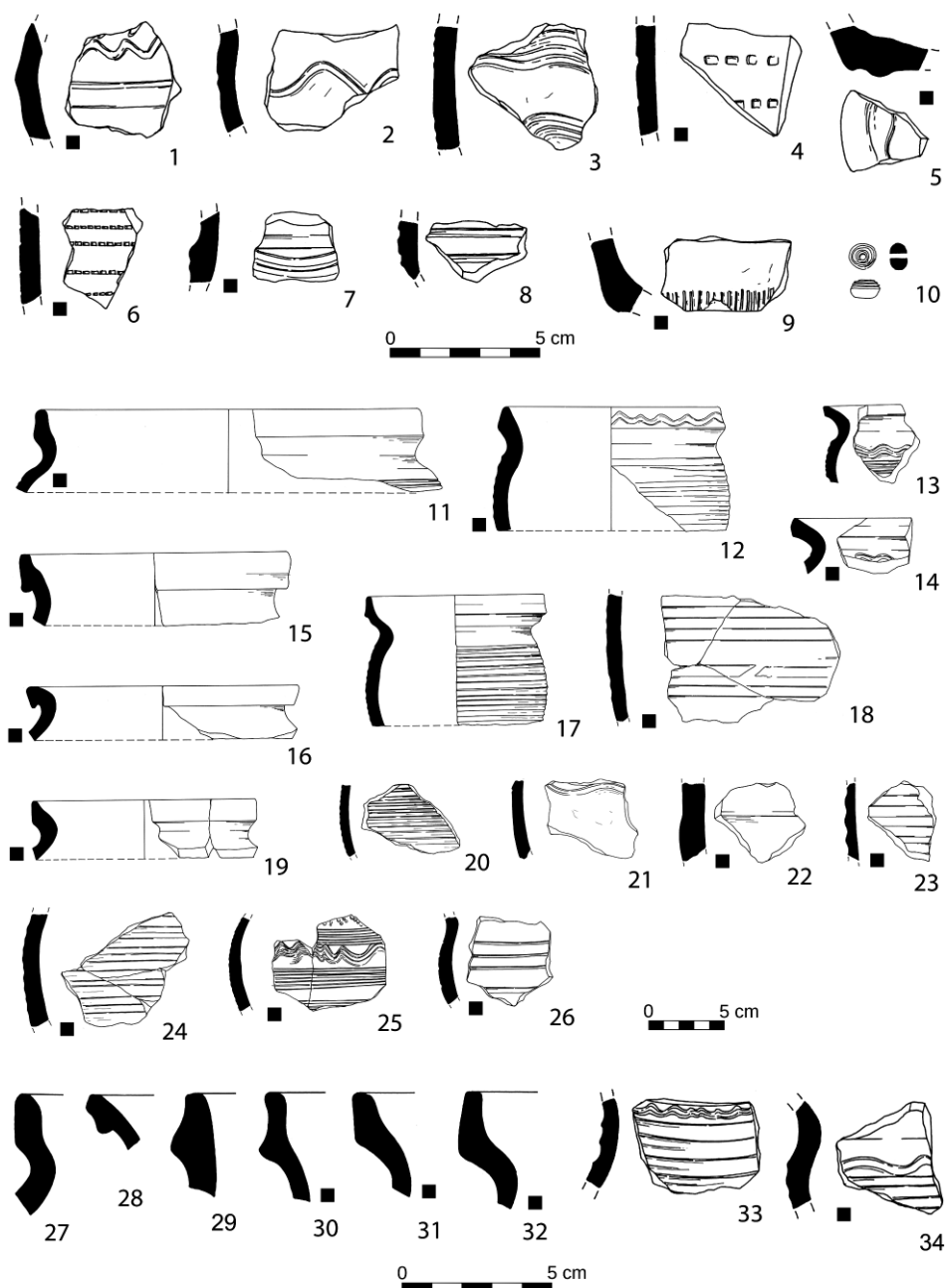
RS4 I byly typické vlastnosti, vyjádřené proměnnými na záporné straně faktoru 1 a kladné straně faktoru 3 (tab. 3), tedy vlastnosti a typologické znaky odpovídající charakteru keramiky povelkomoravského období (obr. 6). Jelikož není pochyb o tom, že mince s imitativní ražbou bavorského denáru pocházela z výplně objektu 73, bylo možné keramiku pocházející ze stejné výplně blíže časově zařadit. A nejen to, podařilo se tak určit chronologické postavení celé keramické skupiny, jejíž součástí je i keramika z objektu 73. Mince z objektu 73 spolehlivě validovala výsledky statistických analýz, jednoznačně potvrdila časové zařazení vydefinovaných keramických znaků v rámci skupiny RS4 I do 10. století, tedy do povelkomoravského období.

Druhou skupinu keramiky, nesoucí označení RS4 II, reprezentovaly nálezné celky keramiky ze sídlištních objektů, které v rámci shlukové analýzy vytvořily jednu skupinu, složenou ze dvou shluků. Skupinu RS4 II najdeme v bodových grafech pod zelenou barvou a tvoří ji objekty 8, 14, 16, 22, 63, 65 (shluk 5) a 18 (shluk 3; obr. 4, 5). Keramika z těchto objektů se vyznačovala zejména vlastnostmi, které charakterizovaly keramiku horizontu okolo roku 1000 a následně 1. poloviny 11. století (obr. 7), tyto keramické znaky vyjadřovaly proměnné na kladné straně faktoru 2 (tab. 3). Chronologickou pozici keramické skupiny RS4 II pomohla validovat stříbrná mince z objektu 8 (*Videman v tisku*). Denár s ražbou uherského panovníka Ondřeje I. (1046–1060) posunul dataci keramické skupiny, ale hlavně keramického inventáře objektu 8 až k polovině 11. století. Vzhledem k přítomnosti některých vyspělejších, vývojově mladších keramických prvků ovšem nelze vyloučit přesah této chronologické fáze na dané lokalitě až do 2. poloviny 11. století. Je možné, že v rámci definované chronologické skupiny RS4 II se také skrývají dvě vývojové fáze. Mezi definovanými vlastnostmi keramiky skupiny RS4 II jsou sice silně zastoupeny prvky horizontu okolo roku 1000, celkový charakter nálezných celků keramiky ze souvisejících objektů však odpovídá období 1. poloviny 11. století s vyvrcholením v jeho 2. polovině. Časové zařazení keramiky, vyčleněné pomocí statistických metod do jedné skupiny RS4 II, potvrdil i nález uherského denáru v objektu 8.

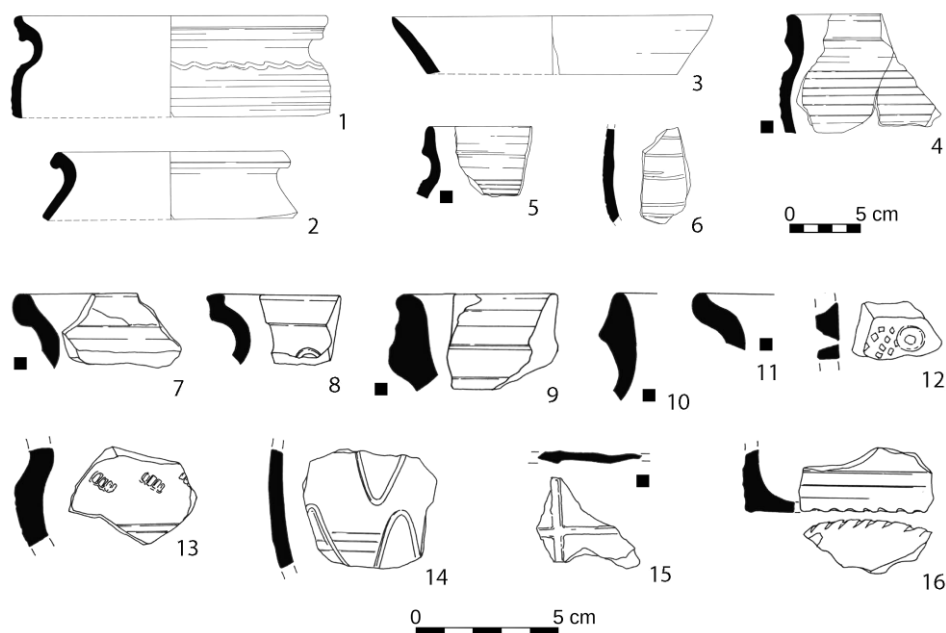
Další keramickou skupinu RS4 III, definovanou statistickými analýzami, se podařilo validovat nálezy dokonce dvou mincí. V jednom případě šlo o stříbrný denár neznámého uherského panovníka z 12. století, který pocházel z objektu 132. Druhá mince se našla ve výplni objektu 135; tento nález představuje opět uherský denár, tentokrát měděný, který nechal razit uherský panovník Béla III. (1172–1196; *Videman v tisku*). Oba tyto objekty společně s dalšími patřily do jedné skupiny a shluku (105, 111, 117, 124, 127, 128, 130, 136), který v bodových grafech najdeme jako shluk 2 označený červenou barvou (obr. 4, 5). Charakter keramické skupiny RS4 III určovaly proměnné s vysokými zápornými hodnotami faktorových zátěží faktoru 3 (tab. 3), tedy keramické znaky a vlastnosti typické zejména pro keramiku 2. poloviny 12. a počátku 13. století (obr. 8). Chronologické postavení definovaných keramických znaků v rámci skupiny RS4 III spolehlivě ověřovala keramika z nálezných celků datovaných mincemi z 12. století.



Obr. 7. Kostice – Zadní hrúd. Keramická skupina RS4 II, mladohradištní období (přelom 10. a 11. století až počátek 2. poloviny 11. století). 1–17 – objekt 18; 18–38 – objekt 22 (černý čtverec – grafitová keramika). Kresba D. Švalbachová.



Obr. 8. Kostice – Zadní hrúd. Keramická skupina RS4 III, mladohradištní až pozdněhradištní období (2. polovina 12. až přelom 12. a 13. století). Objekt 136 (černý čtverec – grafitová keramika). Kresba Š. Trávníčková.



Obr. 9. Kostice – Zadní hrúd. Smíšené keramické soubory. Objekt 68. Kresba Š. Trávníčková.

Poslední skupinu, kterou v bodových grafech označují růžové trojúhelníky (obr. 4, 5), představují nálezové celky keramiky s malou vypovídací hodnotou. Pracovně jsem tuto skupinu nazvala smíšenými keramickými soubory. V případě sídlištních objektů se smíšenými keramickými soubory na lokalitě Kostice – Zadní hrúd nebylo možné jednoznačně určit charakter keramiky a jejich soubory tak časově zařadit. Objekty se smíšenými keramickými soubory obsahují většinou keramiky, která může být typická pro více chronologických fází stejného období nebo v těchto objektech dochází ke smíšení keramických fragmentů různé datace ve stejném poměru. V mém případě bylo obtížné rozhodnout o časovém zařazení nálezových celků ze souvisejících objektů do příslušné vývojové fáze povelkomoravského a mladohradištního období, ve většině případů tyto objekty neobsahovaly keramiky jiné datace. Shodný poměr zastoupení keramických prvků z různých fází mladohradištního období (popř. převaha keramiky bez chronologicky významných prvků v jednom nálezovém celku) řadila takto postižené sídlištní objekty z Kostic – Zadního hrúdu do jedné skupiny, jejíž chronologické postavení bylo určeno pouze rámcově do mladohradištního období, objekty nesou označení RS4 (obr. 14). Ani metody statistických analýz nepomohly rozhodnout o charakteru keramiky smíšených keramických souborů. V rámci shlukové analýzy vytvořily objekty se smíšenými keramickými soubory jednu skupinu (shluk 4), čítající 11 nálezových celků keramiky (32, 43, 52, 68, 71, 74, 113, 119, 121, 137, 138; obr. 4, 5), které se pohybovaly díky nízkým hodnotám faktorových

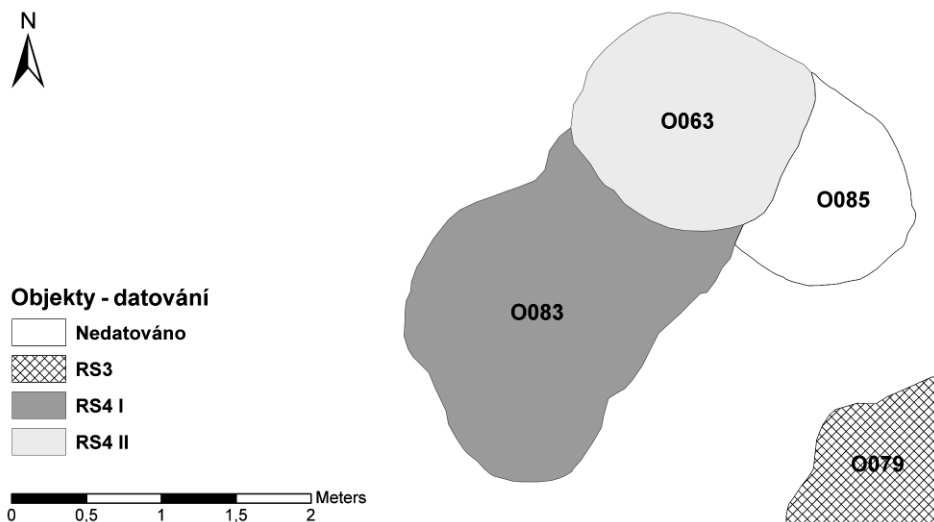
skóre okolo nulových hodnot. To ve výsledku znamená, že vlastnosti keramiky těchto souborů hodnocené v rámci analýzy PCA nebyly typické ani pro jeden z faktorů, tím pádem se tyto náleзовé celky keramiky nezařadily do žádné z výše hodnocených keramických skupin a vytvořily samostatnou, oddělenou skupinu bez bližšího určení a chronologického zařazení.

V jednom z hodnocených sídlištních objektů skupiny se smíšenými keramickými soubory se ovšem podařilo najít minci. Součástí inventáře objektu 68 byl stříbrný denár s ražbou olomouckého úředního knížete Svatopluka (1095–1107) z konce 11. a počátku 12. století (*Videman v tisku*). Vypovídací hodnota keramiky z objektu 68 byla příliš nízká, mísily se zde starší keramické prvky s mladšími, proto charakter tohoto keramického souboru odpovídal spíše smíšené povaze (obr. 9). V případě objektu 68 se tedy nepodařilo prostřednictvím tak věrohodného ověřovacího pramene, jakým je mince, časově přibližit zařazení jeho keramického inventáře a jednoznačně tak definovat význam a chronologické postavení celé skupiny.

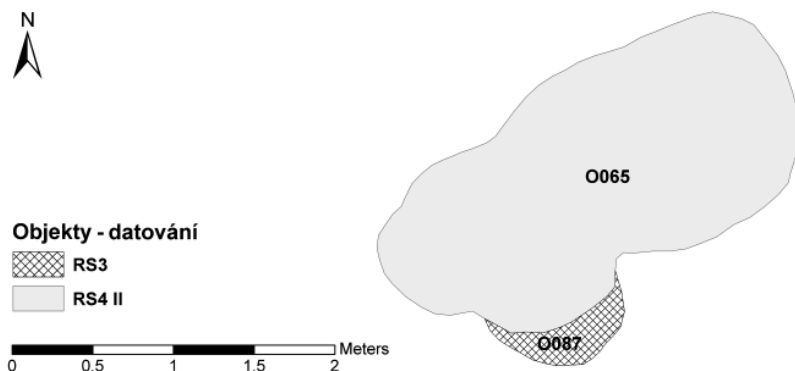
3.2. Validace pomocí stratigrafie sídlištních objektů

Výsledné keramické skupiny chronologického významu, které byly definovány statistickými analýzami, se podařilo také validovat prostřednictvím stratigrafie náleзовých situací, tedy pomocí prostorového rozmístění sídlištních objektů v rámci osídlené plochy. Sídlištní objekty, odkud pocházely statisticky analyzované náleзовé celky keramiky, se totiž často vzájemně narušovaly a vytvářely tak stratigraficky zajímavé situace. Ve většině případů charakter keramických celků z navzájem se narušujících sídlištních objektů odpovídal chronologickému postavení obou objektů, keramika tak potvrzovala stratigrafii zjištěné náleзовé situace a naopak stratigrafické postavení některých sídlištních objektů potvrzovalo dataci keramických náleзовých celků v rámci definovaných keramických skupin statistickými analýzami. Prostorová stratigrafie sídlištních objektů validovala chronologické pozice keramických skupin RS4 I, II a III a ověřila tak výsledky statistických analýz.

Stratigrafické pozice objektů 63 a 65 nad chronologicky staršími archeologickými objekty ověřily časové zařazení keramické skupiny RS4 II, ke které se řadily náleзовé celky keramiky právě těchto dvou objektů. Objekt 63 reprezentoval na sídlišti jámy zásobního typu, v náleзовé situaci jako chronologicky nejmladší jáma z 11. století porušoval objekt 63 dva další sídlištní objekty, blíže chronologicky zařadit se podařilo už jen objekt 83, který na základě charakteru keramiky patřil ke skupině keramiky z 10. století (RS4 I; obr. 10). Další objekt v této složité náleзовé situaci (objekt 85) se sice podařilo interpretovat jako zásobní jámu, ovšem z důvodu nedostačujícího archeologického materiálu v jeho výplni nebylo možné tento objekt jakkoliv časově zařadit. Přesto se prostřednictvím této stratigrafické situace tří sídlištních objektů podařilo potvrdit chronologická pozice hned dvou keramických skupin, definovaných statistickými analýzami: skupina RS4 I se nacházela stratigraficky pod skupinou RS4 II (obr. 14).



Obr. 10. Kostice – Zadní hrád. Stratigrafie sídlištních objektů.



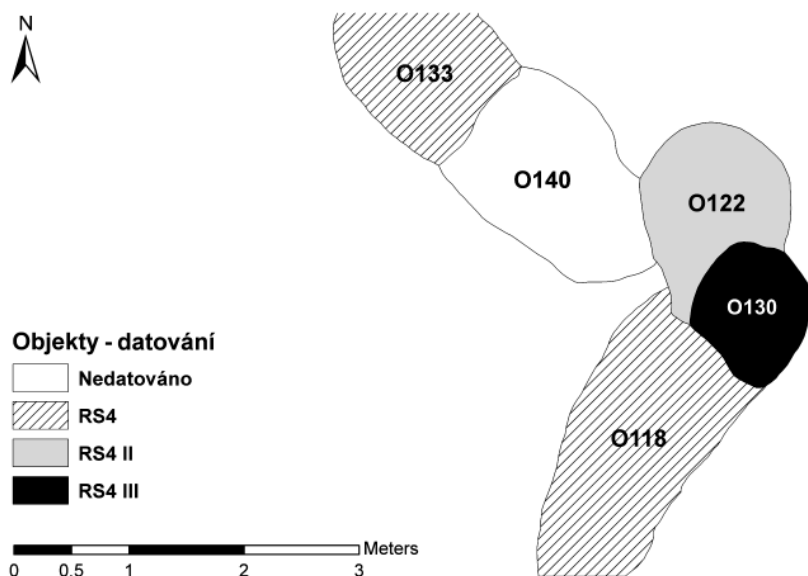
Obr. 11. Kostice – Zadní hrád. Stratigrafie sídlištních objektů.

V druhém případě sídlištní objekt číslo 65 jako stratigraficky mladší jáma, obsahující keramiku odpovídající skupině RS4 II a datující tak objekt do 11. století, porušoval zásobní jámu číslo 87, která dle charakteru keramiky pocházela z velkomoravského období (obr. 11).

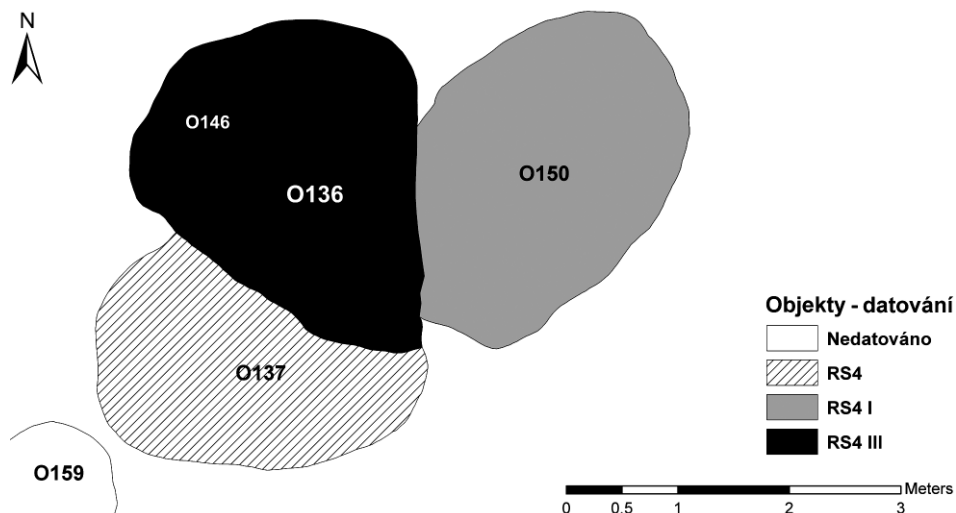
Chronologickou pozici třetí keramické skupiny RS4 III potvrzovaly sídlištní objekty 130 a 136 svým umístěním stratigraficky nad chronologicky staršími objekty. Oba tyto sídlištní objekty se nacházely ve složitých nálezových situacích, kdy se navzájem narušovalo tři a více sídlištních jam, proto interpretace stratigrafické situace nebyla jednoduchá. Rozuzlení problému a dataci objektů značně napomohly výsledky statistických analýz.

Objekt 130, náležející ke skupině náleзовých celků keramiky RS4 III, vyšel z náleзовé situace jako nejmladší, narušoval dva sídlištní objekty 118 a 122 (obr. 12). Objekt 122 byl na základě přítomnosti shodných vlastností keramiky se skupinou RS4 II v náleзовém celku časově zařazen do období 11. století. Objekt 118 sice obsahoval dostatečné množství keramických fragmentů ve své výplni, ale na základě jejich vlastností se nevztahoval k žádné keramické skupině definované statistickými analýzami, převažovaly zde indiferentní fragmenty odpovídající charakteru keramiky mladohradištního období, proto bylo časové zařazení objektu 118 určeno pouze rámcově. Pozicí objektu 130, v rámci náleзовé situace vzájemně se narušujících tří sídlištních objektů, se podařilo ověřit, že statisticky definovaná keramická skupina RS4 III je chronologicky mladší než skupina RS4 II (obr. 14), stratigrafická situace tedy podpořila dataci keramické skupiny RS4 III do 2. poloviny 12. století až přelomu 12./13. století. Ve výsledku objekt 118 skončil jako stratigraficky nejstarší. Všechny tři objekty byly interpretovány jako výrobní zařízení s topeništěm, pravděpodobně šlo o složitou baterii pecí s předpecními jámami, která byla využívána vícefázově v rámci mladohradištního období.

Další stratigraficky zajímavou situaci představovaly sídlištní objekty 136, 137, 147 a 150 (obr. 13), které se svým postavením na ploše sídliště vzájemně narušovaly. Objekt 136, interpretovaný jako otopné zařízení a řadící se na základě statistické analýzy keramiky ke skupině RS4 III, vycházel z náleзовé situace jako stratigraficky nejmladší jáma. Svou pozicí objekt 136 potvrdil nejen chronologické zařazení keramické skupiny RS4 III jako vývojově nejmladší skupiny v rámci statisticky analyzovaného souboru keramiky z Kostic – Zadního hrůdu,



Obr. 12. Kostice – Zadní hrůd. Stratigrafie sídlištních objektů.



Obr. 13. Kostice – Zadní hrád. Stratigrafie sídlištních objektů.

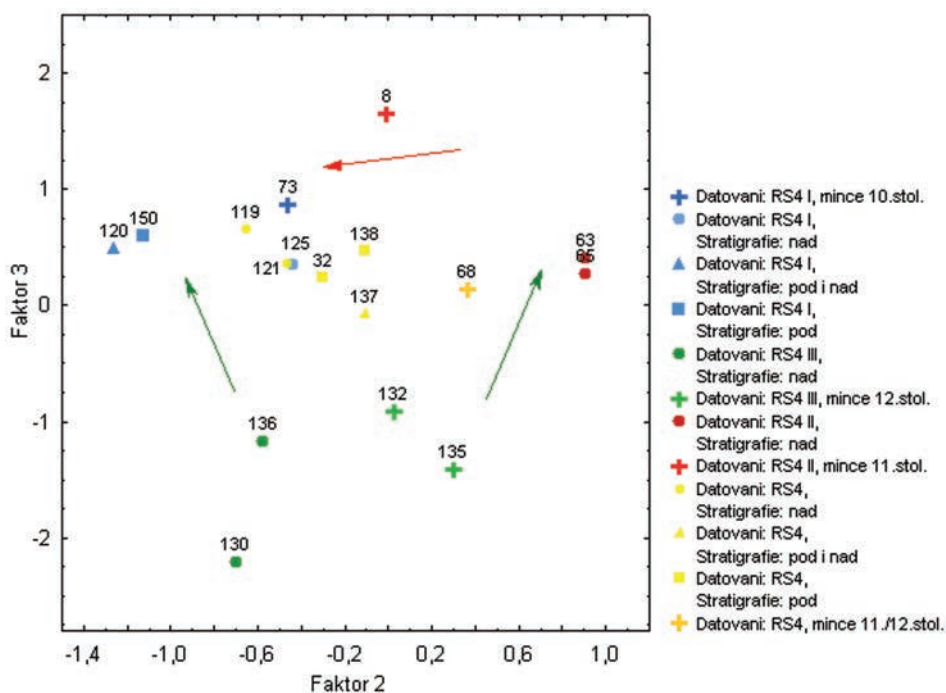
ale také podložil chronologické postavení objektu 150, který byl na základě příslušnosti ke keramické skupině RS4 I datován do 10. století, v nálezové situaci zaujímal objekt 150 stratigraficky nejstarší pozici. Objekt 137 se nacházel v nálezové situaci jednoznačně stratigraficky nad objektem 150, objekt 137 se však podařilo časově zařadit pouze rámcově do mladohradištního období. Keramický celek z objektu 137 odpovídal smíšenému charakteru, zastoupené keramické prvky se mohly na keramice objevit vícekrát v rámci různých fází mladohradištního vývoje, a proto v případě objektu 137 nebylo možné rozhodnout o přesnější dataci. Objekt 146 byla menší indiferentní jamka, nacházející se stratigraficky pod objektem 136, díky sporadickému množství a zlomkovitosti nálezů se nepodařilo objekt 146 datovat vůbec. Přesnější datace se v této složité nálezové situaci dočkaly pouze objekty 136 a 150, objekt 136 byl jako chronologicky nejmladší objekt na základě charakteru keramiky datován do 2. poloviny 12. až počátku 13. století, objekt 150 reprezentoval svým keramickým celkem povelkomoravské období, tedy období 10. století. Oba tyto objekty validovaly svým stratigrafickým postavením výsledky statistických analýz, konkrétně chronologické pozice keramických skupin RS4 I a RS4 III (obr. 14).

4. Interpretace a závěry

Na základě validace formálních struktur bylo zřejmé, že výsledná zjištění statistických analýz souvisejí s relativní chronologií. Statistické výstupy tak vypovídaly o relativně chronologickém rozdělení keramiky povelkomoravského

a mladohradištního období z lokality Kostice – Zadní hrúd. Výslednou strukturu tvořily čtyři různé skupiny nálezových celků keramiky, ne všechny tyto skupiny se však podařilo jednoduše interpretovat jako chronologické fáze vývoje keramiky. Jedna z těchto čtyř skupin měla trochu odlišný význam, šlo o skupinu chronologicky indiferentní keramiky, kterou se nepodařilo jednoznačně zařadit do vývojové sekvence keramiky povelkomoravského a mladohradištního období.

Z předcházející kapitoly jsme se již dozvěděli, které chronologické fáze povelkomoravského a mladohradištního období jsou prostřednictvím keramiky na lokalitě Kostice – Zadní hrúd zastoupeny. Byly zde zjištěny celkem tři chronologické fáze. Keramická skupina nesoucí označení RS4 I byla interpretována na základě charakteru keramiky, stratigrafických vztahů sídlištních objektů, ale také prostřednictvím nálezů mincí v kontextech objektů jako chronologicky nejstarší (obr. 14). Keramické fragmenty této skupiny odpovídaly svým charakterem keramice povelkomoravského období, které zaujímá svou pozici v 10. století. Keramická skupina RS4 II chronologicky navazovala na předcházející skupinu, reprezentovala tak fázi začínající na přelomu 10. a 11. století, kdy došlo k řadě změn nejen v produkci keramiky, ale také v tehdejší politické a společenské situaci na Moravě. Fáze, kterou zastupovala keramická skupina RS4 II, dosáhla svého vrcholu na lokalitě Kostice – Zadní hrúd pravděpodobně v 2. polovině



Obr. 14. Kostice – Zadní hrúd. Graf zobrazující stratigrafické postavení hodnocených nálezových celků keramiky v rámci definovaných keramických skupin.

11. století, což vyplynulo ze srovnání keramiky se stávajícími chronologickými schémata (*Procházka – Peška 2007; Procházka 2009*). Keramika skupiny RS4 II se vyznačovala převážně prvky charakteristickými pro horizont keramiky okolo roku 1000 a dále znaky typickými pro keramiku 1. poloviny 11. století. Keramická skupina RS4 III představovala na lokalitě Kostice – Zadní hrúd vývojově nejmladší fázi pokročilého mladohradištního až pozdněhradištního období (obr. 14). Do této skupiny patřily keramické fragmenty, které svými typologickými znaky a vlastnostmi odpovídaly charakteru keramiky 2. poloviny 12. až počátku 13. století (*Procházka – Peška 2007*).

Výsledky statistických metod použitých k analýze keramického souboru z lokality Kostice – Zadní hrúd obohatily naše dosavadní znalosti o vývoji keramiky na jižní Moravě v povelkomoravském a mladohradištním období. Díky nálezům mincí, zejména v kontextech sídlištních objektů, byly ověřeny chronologické pozice definovaných keramických skupin, získané výsledky tak přispěly ke stavu poznání relativní chronologie keramiky tohoto období na jižní Moravě. Pomocí užitých archeologických metod k vyhodnocení keramického souboru se především podařilo definovat základní vývojové fáze a relativně datovat osídlení na lokalitě Kostice – Zadní hrúd od doby povelkomoravské až k počátkům vrcholného středověku.

Tato práce vznikla v rámci projektu „Mezi Velkou a přemyslovskou Moravou. Archeologie kolapsu a oživení raně středověké společnosti“ (reg. č. GAP405/12/0111) podporovaného GA ČR.

Literatura

- Biermann, F. – Macháček, J. 2012: Pennigsberg und Pohansko – vergleichende Untersuchungen zu Landnutzungssystemen und Siedlungsstrukturen im frühmittelalterlichen Ostmitteleuropa. In: Biermann, F. – Kersting, T. – Klammt, A. – Westphalen, T. (Hrsg.), Transformationen und Umbrüche des 12./13. Jahrhunderts. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 64. Lange-weißbach, 181–190.
- Macháček, J. 2001: Studie k velkomoravské keramice. Metody, analýzy a syntézy, modely. Brno.
- Macháček, J. 2007: Pohansko bei Břeclav. Ein frühmittelalterliches Zentrum als sozialwirtschaftliches System. Bonn.
- Neustupný, E. 1986: Nástin archeologické metody, Archeologické rozhledy 38, 525–549.
- Neustupný, E. 1997: Syntéza struktur formalizovanými metodami (vektorová syntéza). In: Macháček, J. (ed.), Počítačová podpora v archeologii. Brno, 237–258.
- Neustupný, E. 2007: Metoda archeologie. Plzeň.
- Procházka, R. 2009: Moravská keramika kolem r. 1000 – otázka continuity a změny. In: Spotkania Bytomskie 6. Wrocław, 151–185.
- Procházka, R. – Peška, M. 2007: Základní rysy vývoje brněnské keramiky ve 12.–13./14. století, Přehled výzkumů 48, 143–270.
- Shennan, S. 1997: Quantifying Archaeology. Edinburgh.
- Videman, J. v tisku: Frühmittelalterliche Münzfunde aus der Umgebung von Pohansko. In: Biermann, F. – Macháček, J. (Hrsg.), Vom Burgwall zum Marktort. Komparative Untersuchungen zu Landnutzungssystemen und Siedlungsstrukturen in frühmittelalterlichen Ostmitteleuropa (6./7.–12./13. Jahrhundert). Bonn.

METHODS OF ANALYSIS AND EVALUATION OF A POTTERY ASSEMBLAGE, USING THE EXAMPLE OF POST-GREAT MORAVIAN AND LATE HILLFORT POTTERY FROM THE KOSTICE – ZADNÍ HRÚD SITE

The Kostice – Zadní hrúd site is situated at the location of Zadní hrúd, in the immediate neighbourhood of a Great Moravian stronghold of major importance at Pohansko near Břeclav. A surface collection survey was carried out for several years in order to gain knowledge on the hinterland of the Great Moravian stronghold, and the material collected revealed that the area under review was once intensively inhabited. On the basis of the preliminary surface survey, it is evident that the Kostice–Zadní hrúd site was mainly inhabited in the Late Hillfort Period.

At the Kostice – Zadní hrúd site, three excavation campaigns took place between 2009 and 2011. A total area of 2407 m² was examined (Fig. 1). The excavations mainly uncovered relics of settlement features; the whole settlement exhibits a multicultural character. Remnants of prehistoric settlement (14 features) are also preserved, but most of the relics uncovered date from the early medieval period. Settlement contexts and structures are mainly dated to the post-Great Moravian and Late Hillfort Periods (10th–12th centuries). From the total number of 158 excavated settlement features, 88 were classed among the late and final phase of the Early Middle Ages.

Settlement contexts have mainly been dated on the basis of pottery, which is counted among archaeological evidence of sufficient chronological sensitivity. 10th–12th century pottery comprises the largest part (some 65–68%) of the entire assemblage of ceramics from Kostice – Zadní hrúd. It is a valuable and voluminous collection of 9551 fragments with a total weight of 142.1 kg.

This set of finds has been examined using a modern and often applied archaeological method based on two basic steps – analysis and synthesis. This method was defined in the well-known works by E. Neustupný (1986; 1997; 2007) and J. Macháček (2001; 2007).

The heart of the analytical phase is a descriptive system; in the case of the material from Kostice – Zadní hrúd it elicited information on morphological and technological properties of the pottery, inclusive of their basic quantification. The entities of the descriptive system of the post-Great Moravian and Late Hillfort pottery were represented by individual assemblages of finds; that is, by pottery from individual settlement features, postholes, and other archaeological structures. Qualities were represented by particular ceramic properties. A simplified descriptive system including the examined pottery qualities, detailed descriptions, and examples are shown in Tab. 1.

The collection of post-Great Moravian and Late Hillfort pottery from Kostice – Zadní hrúd was evaluated with the help of two statistical methods. First of all, a method based on the vector synthesis of archaeological structures was applied, namely principal component analysis (PCA), which has been considered the best approach for the evaluation of archaeological data (Neustupný 1986, 537–538; 1997, 237–258; 2007, 137–145). Cluster analysis was applied in the final phase of statistical evaluation.

In the case of the ceramic material from Kostice – Zadní hrúd it was necessary to simplify the original descriptive system to fit the needs of statistical analysis. Only finds assemblages with a sufficient and statistically relevant amount of ceramic fragments were selected in order to secure stable results from statistical analysis; the lower limit was set to 90 ceramic fragments within a single assemblage of finds. For the same reason, the number of variables was also reduced. The resulting descriptive matrix thus consisted of 59 variables and 33 cases. Individual variables are listed in tables of the descriptive system (Tab. 1).

PCA analysis, which is applied to search for regularities, non-randomness and structures, works primarily with a descriptive system which, for the purpose of this analysis, becomes the so-called descriptive matrix. The result of calculations is a matrix of factor coefficients or factor loadings (Tab. 3). With the help of factor loadings we discover the connections between each variable and each factor. In this way, the characteristics of individual factors are defined. For further evaluation of the collection of pottery from Kostice – Zadní hrúd only 3 factors were selected on the basis

of a decrease in values between the 3rd and the 4th factor (Fig. 2; Tab. 2). In the next step, it was necessary to transform the selected (i.e. three) factors using so-called rotation; in this special case the Varimax rotation method was applied (*Macháček 2007, 18; Neustupný 2007, 142–143*). The last step in the sequence of calculations was the use of a factor score matrix giving the score for each case within the descriptive system (*Neustupný 1997, 242–243; 2007, 141–143; Macháček 2001, 29; 2007, 17–18*).

The other statistical method used to evaluate the collection was cluster analysis. Using this analysis with a voluminous pottery assemblage, we can identify clusters forming a structure inherent in data, which is not visible at first sight. The input data were represented by values of factor scores; the entity of this analysis was again individual settlement feature (assemblage of ceramic finds/cases). The results of the cluster analysis are shown in a dendrogram – a hierarchical agglomerative tree (Fig. 3). The resulting number of clusters is already given by the validation of data (*Macháček 2001, 31–32; 2007, 18–19*). Applying cluster analysis to the collection of early medieval pottery from Kostice – Zadní hrúd, we were able to identify six clusters (Fig. 3). Cluster analysis helps us to assess the results of PCA analysis more objectively, clarifies the structures identified, and confirms tendencies inherent in data which are not necessarily visible at first sight.

By validation we understand verification of the credibility and reliability of the results of our statistical analysis. Archaeological data are mostly validated on the basis of so-called external evidence; that is, with the help of entirely independent data which, however, are linked with the set of archaeological items analysed (*Neustupný 1997, 243; 2007, 144; Macháček 2007, 19–20*). In the evaluation of a ceramic assemblage, external data can, for example, comprise other finds from the inventory of a settlement feature, or functional interpretations of a settlement feature etc. Validation, in our case, was based on one of the most credible and relevant means of verification, i.e. that using coins; the findings obtained were also attested by stratigraphy of the settlement features (Fig. 10–13). From the validation of formal structures, it was evident that the results of statistical analyses were linked with the relative chronology of post-Great Moravian and Late Hillfort pottery. The final structure consisted of four different groups of pottery assemblages (Fig. 4, 5). Only one of these four groups was hard to interpret because it had some other meaning than chronological; it was a group of indifferent Late Hillfort pottery, whose relative dating could not be specified (Fig. 9).

At the Kostice – Zadní hrúd site, a total of three chronological phases were identified (Fig. 14). Ceramic fragments falling within the RS4 I group corresponded to the character of pottery of the post-Great Moravian Period falling within the 10th century (Fig. 6). All settlement features containing pottery which, in its character, corresponded to the RS4 I group were dated to the 10th century and represented the earliest settlement activity on the site. Ceramic group RS4 II followed chronologically after the preceding group and represented a phase whose development on the site began at the turn of the 11th century and culminated probably in the second half of the 11th century (Fig. 7). Settlement features which, on the basis of pottery of a similar character, are related to ceramic group RS4 II were relatively dated to the 11th century again. Ceramic group RS4 III represented the latest developmental phase at the Kostice – Zadní hrúd site, falling within the final phase of the early medieval period (Fig. 14). This group comprised ceramic fragments which in their typological attributes and properties corresponded to pottery of the second half of the 12th century and early 13th century (Fig. 8). To the same period were then dated all settlement features whose ceramic inventories were included among the RS4 III group.

The results of the statistical methods used to analyse the ceramic material from the Kostice–Zadní hrúd site enhanced our previous knowledge of pottery development in South Moravia in the post-Great Moravian and Late Hillfort Periods. The chronological positions of the ceramic groups defined were verified by coins, mainly those which were found in the context of settlement features. Evaluating the pottery assemblage with the help of this archaeological method made it possible to define basic developmental phases and relatively date the settlement at Kostice – Zadní hrúd to the 10th century up to the beginning of the High Middle Ages.

Fig. 1. Chronology of settlement at the Kostice – Zadní hrúd site.

Fig. 2. Kostice – Zadní hrúd. A diagram showing proper values of individual factors in PCA analysis of the ceramic material.

Fig. 3. Kostice – Zadní hrúd. A tree diagram (dendrogram) of cluster analysis showing the hierarchical structure of clusters within the pottery assemblage.

Fig. 4, 5. Kostice – Zadní hrúd. A scatter diagram showing the results of cluster analysis of the pottery assemblage.

Fig. 6. Kostice – Zadní hrúd. Ceramic group RS4 I, post-Great Moravian Period (10th century). Feature 73 (black square – graphite pottery, triangle – mica-tempered pottery). Drawing by Š. Trávníčková.

Fig. 7. Kostice – Zadní hrúd. Ceramic group RS4 II (turn of 10th/11th century – early 2nd half of 11th century). 1–17 – feature 18; 18–38 – feature 22 (black square – graphite pottery). Drawing by D. Švalbachová.

Fig. 8. Kostice – Zadní hrúd. Ceramic group RS4 III (2nd half of 12th century – turn of the 13th century). Feature 136 (black square – graphite pottery). Drawing by Š. Trávníčková.

Fig. 9. Kostice – Zadní hrúd. Mixed pottery assemblages. Feature 68. Drawing by Š. Trávníčková.

Fig. 10–13. Kostice – Zadní hrúd. Stratigraphy of settlement features.

Fig. 14. Kostice – Zadní hrúd. A diagram showing the stratigraphic position of the analysed pottery assemblages within the ceramic groups defined.

Tab. 1. Kostice – Zadní hrúd. Simplified descriptive system of post-Great Moravian and Late Hillfort pottery.

Tab. 2. Kostice – Zadní hrúd. Proper values of the first ten factors in PCA analysis of the pottery assemblage.

Tab. 3. Kostice – Zadní hrúd. Matrix of factor loadings in PCA analysis of the pottery assemblage. The values marked determine the properties of individual factors.

Mgr. Adéla Balcárková
 Ústav archeologie a muzeologie
 Filozofická fakulta Masarykovy univerzity
 Arna Nováka 1
 602 00 Brno
 adela.balcarek@seznam.cz

